

REC'D 15 NOV 2000

PCT/JP00/06460

WIPO PCT

21.09.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

3900/6460

EKU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 9月22日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第268636号

出願人

Applicant (s):

松下電器産業株式会社

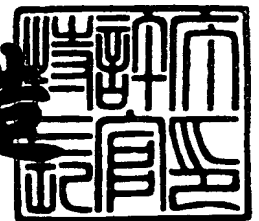
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3087576

【書類名】 特許願

【整理番号】 2176010049

【提出日】 平成11年 9月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 4/12

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 長井 淳夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 坂口 佳也

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 倉光 秀紀

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック電子部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシートを加圧し空隙率を減少させる第 1 工程と、次にこのセラミックシート上に金属ペーストを用いて導電体層を形成する第 2 工程と、次いでこの導電体層を形成したセラミックシートを前記導電体層が前記セラミックシートを挟んで対向するように複数枚積層して積層体を得る第 3 工程と、この積層体を焼成する第 4 工程とを有するセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 2】 第 1 工程において空隙率を減少させる前のセラミックシートの空隙率は 50 % 以上とする請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 3】 第 1 工程においてセラミックシートは少なくともセラミック成分とポリエチレンとを含有したものである請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 4】 第 1 工程において空隙率を減少させた後のセラミックシートの空隙率は 50 % 未満とする請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 5】 第 1 工程における加圧力は、第 3 工程において積層体を形成するときの加圧力以下とする請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 6】 第 1 工程において、加圧とともに加熱を行う請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 7】 加熱温度はセラミックシート中の少なくとも一つの有機物のガラス転移点以上融点未満とする請求項 6 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 8】 セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシートを加圧し空隙率を減少させる第 1 工程と、また支持体上に金属ペーストを用いて導電体層を作製する第 2 工程と、次に前記セラミックシートと前記導電体層とが交互に積層された積層体を作製する第 3 工程と、この積層体を焼成する第 4 工程とを有するセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 9】 第 1 工程において空隙率を減少させる前のセラミックシートの

空隙率は 5 0 % 以上とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 0】 第 1 工程においてセラミックシートは少なくともセラミック成分とポリエチレンとを含有したものである請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 1】 第 1 工程において空隙率を減少させた後のセラミックシートの空隙率は 5 0 % 未満とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 2】 第 1 工程における加圧力は、第 3 工程において積層体を形成するときの加圧力以下とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 3】 第 1 工程において、加圧とともに加熱を行う請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 4】 加熱温度はセラミックシート中の少なくとも一つの有機物のガラス転移点以上融点未満とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 5】 第 3 工程において積層前の導電体層中の有機成分は金属成分 1 0 0 w t % に対して 5 ~ 1 5 w t % とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 1 6】 第 2 工程後第 3 工程前に導電体層を厚み方向に加圧する工程を設けた請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は例えば積層セラミックコンデンサ等のセラミック電子部品の製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 7 は一般的な積層セラミックコンデンサの一部断面斜視図であり、1 はセラミック誘電体層、2 は導電体層、3 は外部電極で、導電体層 2 はその一端部がセラミック誘電体層 1 の端部において外部電極 3 に接続されている。

【0 0 0 3】

以下に従来の積層セラミックコンデンサの製造方法について説明する。

【0004】

まず、セラミック誘電体層1となるチタン酸バリウムを主成分とする誘電体粉末に有機物を添加して形成したセラミックシートを作製し、この上に印刷法により導電体層2となる金属ペーストを所望の形状に印刷する。次にこの導電体層2を作製したセラミックシートを導電体層2がセラミックシートを挟んで交互に対向するように複数枚積層して積層体を得る。その後、この積層体を焼成し、導電体層2が露出した両端面に外部電極3を形成していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記方法によると、セラミックシートの空隙率が大きい場合、金属ペーストを直接セラミックシートに印刷すると、金属成分がセラミックシートの内部まで浸入することとなる。

【0006】

近年、積層セラミックコンデンサは高容量化を達成するために、セラミックシートの薄層化が図られており、セラミックシート中に浸入した金属成分によって導電体層2間がショートするという問題点を有していた。

【0007】

そこで本発明はショート不良の少ないセラミック電子部品を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために本発明のセラミック電子部品の製造方法は、セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシートを加圧し空隙率を減少させる第1工程と、次にこのセラミックシート上に金属ペーストを用いて導電体層を形成する第2工程と、次いでこの導電体層を形成したセラミックシートを前記導電体層が前記セラミックシートを挟んで対向するように複数枚積層して積層体を得る第3工程と、この積層体を焼成する第4工程とを有するものであり、空隙率を減少させてからセラミックシート上に導電体層を形成するため、セラミックシート

の内部への金属成分の浸入を抑制することができ、導電体層間のショートを防止することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシートを加圧し空隙率を減少させる第1工程と、次にこのセラミックシート上に金属ペーストを用いて導電体層を形成する第2工程と、次いでこの導電体層を形成したセラミックシートを前記導電体層が前記セラミックシートを挟んで対向するように複数枚積層して積層体を得る第3工程と、この積層体を焼成する第4工程とを有するセラミック電子部品の製造方法であり、ショート不良の少ないセラミック電子部品を得ることができる。

【0010】

請求項2に記載の発明は、第1工程において空隙率を減少させる前のセラミックシートの空隙率は50%以上とする請求項1に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、ショート不良の少ないセラミック電子部品を得ることができる。

【0011】

請求項3に記載の発明は、第1工程においてセラミックシートは少なくともセラミック成分とポリエチレンとを含有したものである請求項1に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、このセラミックシートは空隙率が大きいため、ショート不良の低減に大きな効果がある。

【0012】

請求項4に記載の発明は、第1工程において空隙率を減少させた後のセラミックシートの空隙率は50%未満とする請求項1に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、金属成分のセラミックシートの内部への浸入を抑制することができる。

【0013】

請求項5に記載の発明は、第1工程における加圧力は、第3工程において積層体を形成するときの加圧力以下とする請求項1に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、第3工程において導電体層が形成されている部分と形成されてい

ない部分との両方の部分につまり積層体全体に十分な圧力を加えることができるので、セラミックシート間の接着不良などによる構造欠陥の少ない電子部品を得ることができる。

【0014】

請求項6に記載の発明は、第1工程において、加圧とともに加熱を行う請求項1に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、有機物の流動性が向上し、速やかにセラミックシートの空隙率を減少させることができる。

【0015】

請求項7に記載の発明は、加熱温度はセラミックシート中の少なくとも一つの有機物のガラス転移点以上融点未満とする請求項6に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、有機物の流動性が向上し、速やかにセラミックシートの空隙率を減少させることができる。

【0016】

請求項8に記載の発明は、セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシートを加圧し空隙率を減少させる第1工程と、また支持体上に金属ペーストを用いて導電体層を作製する第2工程と、次に前記セラミックシートと前記導電体層とが交互に積層された積層体を作製する第3工程と、この積層体を焼成する第4工程とを有するセラミック電子部品の製造方法であり、ショート不良の少ないセラミック電子部品を得ることができる。

【0017】

請求項9に記載の発明は、第1工程において空隙率を減少させる前のセラミックシートの空隙率は50%以上とする請求項8に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、ショート不良の少ない電子部品を得ることができる。

【0018】

請求項10に記載の発明は、第1工程においてセラミックシートは少なくともセラミック成分とポリエチレンとを含有したものである請求項8に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、このセラミックシートは空隙率が大きいため、ショート不良の低減に大きな効果がある。

【0019】



請求項 1 1 に記載の発明は、第 1 工程において空隙率を減少させた後のセラミックシートの空隙率は 5 0 % 未満とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、金属成分のセラミックシートの内部への浸入を抑制することができる。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 1 2 に記載の発明は、第 1 工程における加圧力は、第 3 工程において積層体を形成するときの加圧力以下とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、第 3 工程において導電体層が形成されている部分と形成されていない部分との両方の部分につまり積層体全体に十分な圧力を加えることができるので、セラミックシート間の接着不良などによる構造欠陥の少ない電子部品を得ることができる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 1 3 に記載の発明は、第 1 工程において、加圧とともに加熱を行う請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、有機物の流動性が向上し、速やかにセラミックシートの空隙率を減少させることができる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 1 4 に記載の発明は、加熱温度はセラミックシート中の少なくとも一つの有機物のガラス転移点以上融点未満とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、有機物の流動性が向上し、速やかにセラミックシートの空隙率を減少させることができる。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 1 5 に記載の発明は、第 3 工程において積層前の導電体層中の有機成分は金属成分 1 0 0 w t % に対して 5 ~ 1 5 w t % とする請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、導電体とセラミックシート間の十分な接着性を確保でき構造欠陥の少ないセラミック電子部品を得ることができる。

## 【 0 0 2 4 】

請求項 1 6 に記載の発明は、第 2 工程後第 3 工程前に導電体層を厚み方向に加圧する工程を設けた請求項 8 に記載のセラミック電子部品の製造方法であり、導電体層の表面の凹凸を低減できるのでショート不良を更に抑制することができる

【 0 0 2 5 】

以下本発明の実施の形態について積層セラミックコンデンサを例に図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 6 】

図 1、図 2 は本発明の一実施の形態におけるセラミックシートの一部拡大断面図、図 3 は図 2 に示すセラミックシートを得るための工程を説明する断面図であり 1 0 a は空隙率を減少させる前のセラミックシート、1 0 b は空隙率を減少させた後のセラミックシート、1 1 はセラミック粒子、1 2 はポリエチレン、1 3 は空隙、1 4 a、1 4 b はロールである。

【 0 0 2 7 】

また図 4、図 5 は本発明の一実施の形態における導電体層の断面図であり、2 は導電体層、1 5 はベースフィルムである。

【 0 0 2 8 】

さらに図 6 は、図 5 に示す導電体層 2 を得るための製造工程を説明するための断面図であり、1 6 a、1 6 b はロールである。

【 0 0 2 9 】

さらにまた図 7 は一般的な積層セラミックコンデンサの断面図で、1 はセラミック誘電体層、2 は導電体層、3 は外部電極である。

【 0 0 3 0 】

(実施の形態 1)

まず重畳平均分子量が 4 0 0, 0 0 0 のポリエチレンとチタン酸バリウムを主成分とするセラミック原料粉末とを用いて厚み 1 0  $\mu$  m のセラミックシート 1 0 a を準備する。このセラミックシート 1 0 a の空隙率は 6 5 % 程度となる。図 1 はこのセラミックシート 1 0 a の様子を示す一部拡大断面図であり、ポリエチレン 1 2 の繊維間にセラミック粒子 1 1 が点在しており非常に空隙 1 3 が多いものである。

【 0 0 3 1 】

次に図 3 に示すようにセラミックシート 1 0 a を表面が平滑なロール 1 4 a、

14b間を通過させる。この時ロール14a, 14bはそれぞれ反対方向に回転していると共にセラミックシート10aを厚み方向に加圧、加熱している。加圧に加えて加熱を行うことにより、容易にセラミックシート10aの空隙率を減少させることができる。すなわち加熱することで加圧時にポリエチレン12の流動性が増加し、セラミックシート10a内部の空気がセラミックシート10a内部から外部に除去されると同時にセラミック粒子11の充填性が増加するためである。加熱温度は、ポリエチレン12のガラス転移点以上融点未満とすることが望ましい。具体的には60℃～150℃の範囲で行うことが最も適している。ここでロール14a, 14bの代わりに、プレス板を用いて厚み方向の一軸プレスによりセラミックシート10aの空隙率を向上させても構わない。本実施の形態においては、連続的に処理することができるためロール14a, 14bを用いた。

#### 【0032】

本実施の形態においては、40%、30%、20%、10%の四種類の空隙率を有するセラミックシート10bを準備した。図2に加圧、加熱後のセラミックシート10bの一部拡大断面図を示す。この図を見るとわかるように空隙13が減少している。

#### 【0033】

次いで、金属成分としてニッケルを、バインダとしてエチルセルロース、アクリル樹脂、ブチラル樹脂、可塑剤としてベンジルブチルフタレート、溶剤として脂肪族または芳香族系溶剤を含有する金属ペーストを準備し、空隙率を減少させたセラミックシート10b上に金属ペーストを所望の形状に印刷、乾燥し、厚み2.5 $\mu$ mの導電体層2を複数形成する。

#### 【0034】

次に、導電体層2が形成されていないセラミックシート10bを複数枚積み重ねて無効層を形成した後に、この無効層の上に導電体層2を形成したセラミックシート10bを所望の枚数積層し、さらにその上に無効層を形成することで仮積層体を得る。このとき、導電体層2が形成されていないセラミックシートは、空隙率を減少させていないセラミックシート10a、空隙率を減少させたセラミックシート10bのどちらを用いても構わないが、導電体層2を100層以上積層

する場合や、セラミックシートの空隙率が 20% より低い場合には、空隙率を減少させていないセラミックシート 10a を用いる方が良好な積層体を得ることができる。その理由は加圧の際、仮積層体中の導電体層 2 が形成されている部分と形成されていない部分での加圧力が不均一となるのをセラミックシート 10a で緩和するからである。本実施の形態においては、導電体層 2 が形成されているセラミックシート 10b の積層体は 150 層であり、無効層には空隙率を減少させたセラミックシート 10a を用いた。

### 【0035】

次いで仮積層体全体を加圧後、所望の形状の積層体に切断し、脱脂、続いて焼成を行う。脱脂は大気中で積層体を昇温させながらまず積層体中の可塑剤の除去を行い、さらに昇温させてバインダの除去の順に行うことが好ましい。その理由は、可塑剤とバインダとを一度に除去するために一気に加熱すると、可塑剤とバインダとで新たな化合物が生成し脱脂後も積層体中に残留することとなり、焼成時にこの化合物が燃焼して積層体から除去されることによりデラミネーションなどの構造欠陥が発生し、ショート不良の発生率が高くなるからである。さらに脱脂とこれに続いて行う焼成は導電体層 2 となるニッケルが過度に酸化されないように条件設定を行う。焼成により、チタン酸バリウムを主成分とするセラミック積層体層 1 とニッケルを主成分とする導電体層 2 が焼結した焼結体を得る。次いでこの焼結体の導電体層 2 の露出した両端面に銅などの外部電極 3 を焼き付け、メッキ（図示せず）を施した後に図 7 に示す積層セラミックコンデンサを得る。

### 【0036】

（表 1）は、有効層数（導電体層 2 間に挟まれたセラミック誘電体層 1 の数）が 150 層の積層セラミックコンデンサのショート率について、本実施の形態品と従来品 1 と比較して示しているものである。

### 【0037】

【表 1】

空隙率	従来品 1 (50%)	40%	30%	20%	10%
ショート数	83/1000	2/1000	1/1000	0/1000	0/1000

### 【0038】

従来品 1 とは、導電体層 2 を形成するセラミックシート 1 0 a の空隙率を減少させていないセラミックシート 1 0 a を用いて上記方法で作製したものである。

(表 1) から明らかなように、従来品 1 と比較すると本実施の形態品はショート率が減少していることがわかる。また、ショート不良発生品に対して内部断面を解析した結果、ショート箇所は導電体層 2 間のショートであることが明確になった。

#### 【 0 0 3 9 】

このことから、本実施の形態によれば導電体層 2 中の金属成分のセラミックシート 1 0 b への浸入を抑制し、導電体層 2 間のショートを激減させ、歩留まりを大幅に改善することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

特に本実施の形態のようにバインダとして用いた高分子ポリエチレンは、ポリビニルブチラル樹脂やアクリル樹脂と比較すると嵩高く、空隙率の高いセラミックシート 1 0 a となりやすい。従って本発明のように導電体層 2 の形成前に空隙率を減少させることはショート不良の削減に対して非常に効果がある。

#### 【 0 0 4 1 】

##### (実施の形態 2)

実施の形態 1 では、空隙率を減少させたセラミックシート 1 0 a 上に直接金属ペーストを印刷して導電体層 2 を形成したが、本実施の形態では導電体層 2 をポリエチレンテレフタレートフィルム等のベースフィルム 1 5 上に形成する場合について説明する。

#### 【 0 0 4 2 】

まず、実施の形態 1 と同様にしてセラミックシート 1 0 a の空隙率を減少させて、4 0 %、3 0 %、2 0 %、1 0 % の四種類の空隙率を有するセラミックシート 1 0 b を準備する。

#### 【 0 0 4 3 】

また、図 4 に示すように実施の形態 1 と同様の金属ペーストを用いて導電体層 2 をベースフィルム 1 5 上に所望の形状に印刷、乾燥し、大部分の溶剤を飛散させて表面を硬化し、ほとんど金属成分と可塑剤及びバインダ成分のみとなるよう

にする。具体的には導電体層 2 中の有機成分が金属成分 1 0 0 w t % に対して 5 ~ 1 5 w t %、好ましくは 8 ~ 1 2 w t % となるようにする。その理由は 5 w t % よりも少ないとセラミックシート 1 0 b との接着性が悪くなり、1 5 w t % を超えると導電体層 2 の粘着性が過多となり、所望の形状の導電体層 2 を作製することができないからである。

#### 【 0 0 4 4 】

またこの時、後工程で導電体層 2 とベースフィルム 1 5 を離型させやすくするために、あらかじめベースフィルム 1 5 上にアクリル樹脂、メラミン樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂のうち、少なくとも一種以上からなる離型層（図示せず）を形成してから導電体層 2 を印刷することが望ましい。特にアクリル樹脂とメラミン樹脂混合系においては所望の離型性が得られる。またシリコン樹脂においては所望の離型性が得られる他、耐溶剤性、耐湿性などに優れるために有効である。

#### 【 0 0 4 5 】

次に、支持体上に導電体層 2 を形成していないセラミックシート 1 0 a を複数枚積層して無効層を形成した後、この上に導電体層 2 をベースフィルム 1 5 ごと導電体層 2 がセラミックシート 1 0 b と直接接触するように積層後、上下方向から加圧し、導電体層 2 とセラミックシート 1 0 b とを接着させる。この加圧は室温から導電体層 2 中の可塑剤が飛散しすぎないような温度（本実施の形態においては 1 5 0 ℃）までの温度範囲で行うことが望ましい。その理由は、可塑剤が飛散しすぎると導電体層 2 が硬く、脆くなり、セラミックシート 1 0 b と導電体層 2 間の接着力が低下し、積層時や焼成時に構造欠陥が発生するからである。従って上記温度範囲で行うことにより、導電体層 2 に含まれるバインダ成分や可塑剤成分を軟化させ、導電体層 2 とセラミックシート 1 0 b との接着性を向上させることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

また導電体層 2 中の可塑剤及びバインダの含有率が低い場合には加圧時に温度を上げることにより、可塑剤及びバインダを活性化させて導電体層 2 とセラミックシート 1 0 b との接着性を向上させる。一方含有率が高い場合には室温でも導

電体層 2 とセラミックシート 1 0 b の接着性は十分得ることができるので加熱する必要はない。つまり導電体層 2 中の有機成分の種類とその含有率に応じて加熱温度を調整することが好ましい。

## 【 0 0 4 7 】

次いで、ベースフィルム 1 5 を離型し、セラミックシート 1 0 b を導電体層 2 の上に積層する。その後、再びベースフィルム 1 5 ごと導電体層 2 をセラミックシート 1 0 b 上に積層して上記条件で加圧する。このセラミックシート 1 0 b と導電体層 2 との積層を所望の回数繰り返し行い、その上にセラミックシート 1 0 a を用いて無効層を形成し、仮積層体を得る。

## 【 0 0 4 8 】

この後実施の形態 1 と同様にして有効層が 1 5 0 層の積層セラミックコンデンサを作製する。

## 【 0 0 4 9 】

(表 2) は、積層セラミックコンデンサのショート率について、本実施の形態品と従来品 2 と比較して示しているものである。

## 【 0 0 5 0 】

【表 2】

空隙率	従来品 2 (50%)	4 0 %	3 0 %	2 0 %	1 0 %
ショート数	21/1000	0/1000	0/1000	0/1000	0/1000

## 【 0 0 5 1 】

従来品 2 とは、空隙率を減少させていないセラミックシート 1 0 a を用いて上記方法で作製したものである。(表 2) から明らかなように、従来品 2 と比較すると本実施の形態品はショート率が減少していることがわかる。さらには、実施の形態 1 と比較してもショート率が低いことがわかる。これは空隙率を減少させた上に、セラミックシート 1 0 b 上に乾燥後の導電体層 2 が転写されるためにセラミックシート 1 0 b 中への金属成分の浸入がさらに抑制されるためである。

## 【 0 0 5 2 】

このことから、本実施の形態によれば金属成分のセラミックシート 1 0 b への浸入を実施の形態 1 よりもさらに抑制し、導電体層 2 間のショートを激減させ、

歩留まりを大幅に改善することができる。

#### 【0053】

なお、本実施の形態においてセラミックシート10bを導電体層2と交互に積層する際、セラミックシート10bを一層積層する毎に加圧しても構わないし、セラミックシート10bは圧力をかけずに単に積層するだけであり、その上にベースフィルム15上に形成された導電体層2を積層後加圧する際に、セラミックシート10b間およびセラミックシート10bと導電体層2間の接着性を同時に確保しても構わない。しかしながら後者の方が前者と比較すると加圧回数が半減することとなる。この加圧過程は約1～30秒/回の時間を必要とし、積層数が多くなるほど多くの時間を要するために、積層セラミックコンデンサのコスト高の一因となる。特に、導電体層2を卑金属で形成する場合は、積層工程の製品価格に占める割合が大きいので、仮積層体を作製する際はセラミックシート10bは単に積層するだけであり、その上にベースフィルム15上に形成された導電体層2を積層後加圧する際に、セラミックシート10b間およびセラミックシート10bと導電体層2間の接着性を同時に確保することにより、低コスト化に寄与することができる。

#### 【0054】

なお本実施の形態においても、導電体層2の積層数が100層以上であるので、無効層は空隙率を減少させていないセラミックシート10aを用いた。

#### 【0055】

##### (実施の形態3)

本実施の形態3においては、図4に示すようなベースフィルム15上に形成した導電体層2をセラミックシート10bと接触するようにベースフィルム15ごと重ね合わせて導電体層2付きセラミックシート10bを作製し、これを積層して積層体を作製するものである。

#### 【0056】

具体的には、実施の形態1、2と同様にして作製した空隙率を減少させたセラミックシート10bとベースフィルム15上に形成した導電体層2とをベースフィルム15ごとローラー間に挟み込んで加圧することにより、セラミックシート



1 0 b と導電体層 2 とを密着させる。この加圧時の温度は実施の形態 2, 3 と同様に室温から導電体層 2 中の可塑剤が飛散しすぎないような温度範囲とする。

【0 0 5 7】

このようにして、ベースフィルム 1 5 上に導電体層 2 およびセラミックシート 1 0 b を形成し、これを所望の形状に切断した後、順次積層して加圧することにより所望の枚数積層し、仮積層体を得る。

【0 0 5 8】

なお仮積層体の形成は、実施の形態 1, 2 と同様の無効層の上に、ベースフィルム 1 5 が上にくるように積層、加圧後ベースフィルム 1 5 を剥離することを繰り返すことにより行っても、ベースフィルム 1 5 を除去した後に導電体層 2 付きセラミックシート 1 0 b の積層、加圧を繰り返すことにより行っても構わない。しかしながらベースフィルム 1 5 の除去後、導電体層 2 が上にくるように積層する場合、導電体層 2 がプレス板などの加圧機具に付着しないように、例えば導電体層 2 とプレス板の間に導電体層 2 が付着しないようなシートを設けるなど配慮することが大切である。従ってベースフィルム 1 5 を剥離した後積層する場合は、セラミックシート 1 6 が上にくるようにすることが望ましい。

【0 0 5 9】

その後、実施の形態 1 と同様にして積層セラミックコンデンサを得る。また、上記のようにローラーを用いて導電体層 2 付きセラミックシート 1 0 b を作製する場合、比較的速いスピードで行うことができる。すなわち、実施の形態 3 においては、実施の形態 2 で示したようにセラミックシート 1 0 b、導電体層 2 をそれぞれ積層する度に加圧していた場合と比較すると積層時の加圧回数を半減させることができるために低コスト化に寄与することができる。

【0 0 6 0】

(表 3) は、有効層数(導電体層 2 間に挟まれたセラミック誘電体層 1 の数)が 1 5 0 層の積層セラミックコンデンサのショート率について、本実施の形態品と従来品 3 と比較して示しているものである。

【0 0 6 1】

【表 3】

空隙率	従来品 3(50%)	4 0 %	3 0 %	2 0 %	1 0 %
ショート数	31/1000	1/1000	0/1000	0/1000	0/1000

## 【0 0 6 2】

従来品 3 とは空隙率を減少させる前のセラミックシート 1 0 a を用いて上記方法で製造したものである。（表 3）から明らかなように、従来品 3 と比較すると本実施の形態品においてはショート率が激減していることがわかる。また、ショート品に対して内部断面を解析した結果、ショート箇所は導電体層 2 間のショートであった。

## 【0 0 6 3】

このことから、本実施の形態によれば導電体層 2 間のショートを激減させ、歩留まりを大幅に改善し、かつ低コスト化に寄与することができるものである。

## 【0 0 6 4】

## （実施の形態 4）

本実施の形態 4 においても導電体層 2 を直接セラミックシート 1 0 b に形成するのではなく、ポリエチレンテレフタレートフィルム等のベースフィルム 1 5 上に形成するものである。

## 【0 0 6 5】

まず、実施の形態 1 と同様にしてセラミックシート 1 0 a の空隙率を減少させて、4 0 %、3 0 %、2 0 %、1 0 % の四種類の空隙率を有するセラミックシート 1 0 b を準備する。

## 【0 0 6 6】

また、実施の形態 1 と同様金属ペーストを用いて導電体層 2 をベースフィルム 1 5 上に所望の形状に印刷、乾燥し、大部分の溶剤を飛散させて表面を硬化し、ほとんど金属成分と可塑剤及びバインダ成分のみとなるようにする。具体的には導電体層 2 中の有機成分が金属成分 1 0 0 w t % に対して 5 ～ 1 5 w t %、好ましくは 8 ～ 1 2 w t % となるようにする。その理由は 5 w t % よりも少ないとセラミックシート 1 0 b との接着性が悪くなり、1 5 w t % を超えると導電体層 2 の粘着性が過多となり、所望の形状の導電体層 2 を作製することができないから

である。

【0067】

またこの時、後工程で導電体層2とベースフィルム15を離型させやすくするために、あらかじめベースフィルム15上にアクリル樹脂、メラミン樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂のうち、少なくとも一種以上からなる離型層（図示せず）を形成してから導電体層2を印刷することが望ましい。特にアクリル樹脂とメラミン樹脂を混合系においては所望の離型性が得られる。またシリコン樹脂においては所望の離型性が得られる他、耐溶剤性、耐湿性などに優れるために有効である。この時導電体層2の表面は図4に示すように表面に凹凸を有した状態である。

【0068】

次に導電体層2を乾燥後、図6に示すように表面が平滑なロール16a, 16b間をベースフィルム15ごと導電体層2を通過させて、ロール16a, 16bで導電体層2を厚み方向に加圧することにより、導電体層2の表面の凹凸を低減させる。図5に表面を平滑にした導電体層2の断面図を示す。

【0069】

次いで、支持体上に導電体層2を形成していないセラミックシート10aを複数枚積層して無効層を形成した後、この上に導電体層2をベースフィルム15ごと導電体層2がセラミックシート10bと直接接触するように積層後、厚み方向から加圧し、導電体層2とセラミックシート10bとを接着させる。この加圧は室温から導電体層2中の可塑剤が飛散しすぎないような温度（本実施の形態においては150℃）までの温度範囲で行うことが望ましい。その理由は、可塑剤が飛散しすぎると導電体層2が硬く、脆くなり、セラミックシート10bと導電体層2間の接着力が低下し、積層時や焼成時に構造欠陥が発生するからである。従って上記温度範囲で行うことにより、導電体層2に含まれるバインダ成分や可塑剤成分を軟化させ、導電体層2とセラミックシート10bとの接着性を向上させることができる。

【0070】

また、導電体層2中の可塑剤及びバインダの含有率が低い場合には加圧時に温

度を上げることにより、可塑剤及びバインダを活性化させて導電体層 2 とセラミックシート 1 0 b との接着性を向上させる。一方含有率が高い場合には室温でも導電体層 2 とセラミックシート 1 0 b の接着性は十分得ることができるので加熱する必要はない。つまり導電体層 2 中の有機成分の種類とその含有率に応じて加熱温度を調整することが好ましい。

#### 【 0 0 7 1 】

次いで、ベースフィルム 1 5 を離型し、セラミックシート 1 0 b を導電体層 2 の上に積層する。その後、再びベースフィルム 1 5 ごと導電体層 2 をセラミックシート 1 0 b 上に積層して上記条件で加圧する。このセラミックシート 1 0 b と導電体層 2 との積層を所望の回数繰り返し行い、仮積層体を得る。この後実施の形態 1 と同様にして有効層が 1 5 0 層の積層セラミックコンデンサを作製する。

#### 【 0 0 7 2 】

(表 4) は、積層セラミックコンデンサのショート率について、本実施の形態品と従来品 4 と比較して示しているものである。

#### 【 0 0 7 3 】

【表 4】

空隙率	従来品 4 (50%)	4 0 %	3 0 %	2 0 %	1 0 %
ショート数	9/1000	0/1000	0/1000	0/1000	0/1000

#### 【 0 0 7 4 】

従来品 4 とは、空隙率を減少させていないセラミックシート 1 0 a を用いて実施の形態 2 に示す用法で作製したものである。(表 4) から明らかなように、従来品 4 と比較すると本実施の形態品はショート率が減少していることがわかる。さらには、実施の形態 2 と比較してもショート率が低いことがわかる。これは空隙率を減少させた上に、セラミックシート 1 0 b 上に乾燥後の導電体層 2 が転写されただけでなく導電体層 2 の表面の凹凸を低減させてから転写するため、セラミックシート 1 0 b に導電体層 2 の凸部が突き刺さることによるセラミックシート 1 0 b 中への金属成分の浸入をさらに抑制することができるためである。

#### 【 0 0 7 5 】

このことから、本実施の形態によれば金属成分のセラミックシート 1 0 b への

浸入を実施の形態2よりもさらに抑制し、導電体層2間のショートを激減させ、歩留まりを大幅に改善することができる。

【0076】

なお、積層体の形成方法は本実施の形態2に示したようにセラミックシート10bと導電体層2と交互に積層することにより行っても構わないし、実施の形態3のように導電体層2付きセラミックシート10bを作製し、これを積層することにより行っても構わない。いずれの場合もそれぞれ実施の形態2、3の効果はもちろんのこと、さらにショート不良を低減することができる。

【0077】

以下、本発明のポイントについて記載する。

【0078】

(1) 本発明は空隙率を減少させる前のセラミックシート10aの空隙率が50%以上のものについて特に顕著な効果を有するものである。

【0079】

(2) 上記各実施の形態のようにセラミックシート10a、10b中にポリエチレンを含む場合、加熱せずに空隙率を減少させた後長時間放置すると、空気がセラミックシート10b中に入り込み空隙率が高くなってくるので、加熱せずに空隙率を減少させた場合は、積層体の製造を速やかに行うことが好ましい。また加熱する場合は、ポリエチレンが塑性変形するため長時間放置したとしても、空隙率が大きく変化することはない。

【0080】

(3) セラミックシート10aの空隙率を減少させることにより弾性率が向上し、製造工程においてセラミックシート10bの伸びを防止することができる。

【0081】

(4) セラミックシート10aの空隙率を減少させるためにセラミックシート10aの厚み方向に加圧すると、セラミックシート10bの導電体層2の形成面の凹凸を低減することができる。したがって、セラミックシート10b上への導電体層2の形成を容易に行うことができる。

【0082】

(5) セラミックシート 1 0 a の空隙率を減少させるときに加圧と有機物のガラス転移点以上融点未満での加熱とを行う場合は、同時か加圧を先に行うことが望ましい。特にポリエチレンを用いたセラミックシート 1 0 a の空隙率を減少させる場合、加圧と加熱とは同時あるいは加圧を先に行う必要がある。その理由は、無加圧の状態でポリエチレンのガラス転移点以上融点未満の温度で加熱すると、ポリエチレンが収縮し、セラミックシート 1 0 a, 1 0 b の幅方向に収縮するため、しわが発生したりして均一な厚みのセラミックシート 1 0 b を得ることができないからである。

【 0 0 8 3 】

(6) 空隙率を減少させたセラミックシート 1 0 b の空隙率は 5 0 % 未満となるようにすることにより、導電体層 2 中の金属成分がセラミックシート 1 0 b 内部への浸入抑制効果が顕著である。しかしながら空隙率が低すぎても仮積層体、積層体形成時に導電体層 2 の形成部分と非形成部分との段差を吸収することができず構造欠陥が発生するので、セラミックシート 1 0 b の空隙率は 1 0 % ~ 4 0 % とすることが望ましい。

【 0 0 8 4 】

(7) 空隙率を減少させたセラミックシート 1 0 b を作製するときの加圧力は、仮積層体全体を加圧するときの加圧力以下、好ましくは仮積層体の加圧力より小さくすることが望ましい。その理由は、仮積層体を作製する前のセラミックシート 1 0 b の空隙率が低くなりすぎると、導電体層 2 の形成部分と非形成部分との段差を吸収することができず、構造欠陥が発生するからである。

【 0 0 8 5 】

(8) 有機物バインダを含んだセラミックシート 1 0 a, 1 0 b を用いて仮積層体を得るまでの工程で加熱処理をする場合、有機物バインダのガラス転移点以上融点未満の温度範囲で熱処理することにより、ポリエチレンの流動性が向上し、熱処理効果が顕著になる。

【 0 0 8 6 】

(9) 上記各実施の形態においては積層セラミックコンデンサについて説明したが、積層バリスタ、積層サーミスタ、積層コイル、セラミック多層基板などセ

ラミックシートと導電体層とを積層して形成するセラミック電子部品においては同様の効果が得られるものである。

【0087】

【発明の効果】

以上本発明によると、セラミックシートの空隙率を予め減少させることでセラミックシート中への導電体層中の金属成分の浸入を最小限に抑制することができるので、セラミック電子部品のショート不良の発生を極端に抑え、歩留まりを向上させることができる。特にセラミックシートが薄く、高積層が要求される積層チップコンデンサの歩留まりの向上に対して絶大な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態における空隙率を減少させる前のセラミックシートの一部拡大断面図

【図2】

本発明の一実施の形態における空隙率を減少させた後のセラミックシートの一部拡大断面図

【図3】

図2に示すセラミックシートを得るための製造工程を説明する断面図

【図4】

本発明の一実施の形態における平滑処理前の導電体層の断面図

【図5】

本発明の一実施の形態における平滑処理後の導電体層の断面図

【図6】

図5に示す導電体層を得るための製造工程を説明するための断面図

【図7】

一般的な積層セラミックコンデンサの一部断面斜視図

【符号の説明】

- 1 セラミック誘電体層
- 2 導電体層

3 外部電極

1 0 a セラミックシート

1 0 b セラミックシート

1 1 セラミック粒子

1 2 ポリエチレン

1 3 空隙

1 4 a ロール

1 4 b ロール

1 5 ベースフィルム

1 6 a ロール

1 6 b ロール



【書類名】

図面

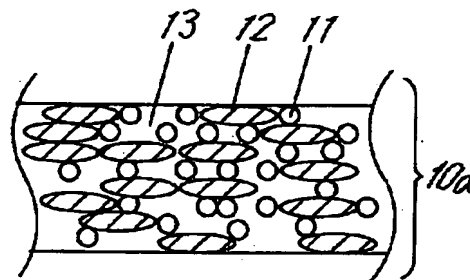
【図 1】

10a セラミックシート

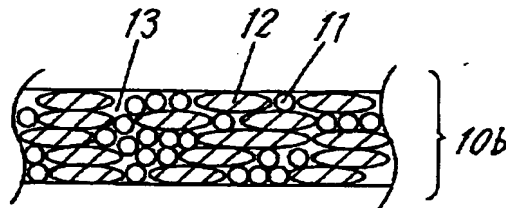
11 セラミック粒子

12 ポリエチレン

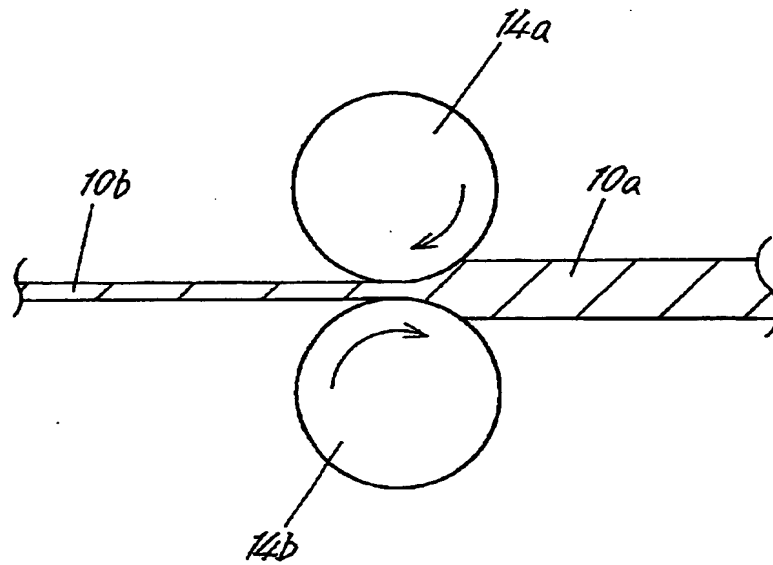
13 空隙



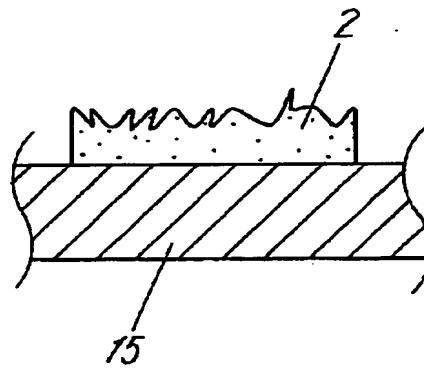
【図 2】



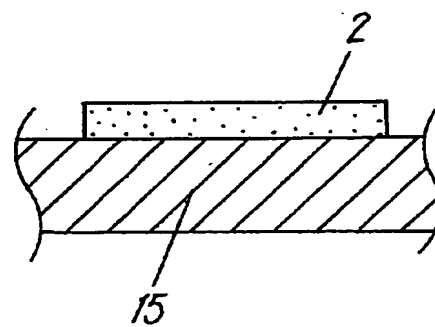
【図 3】



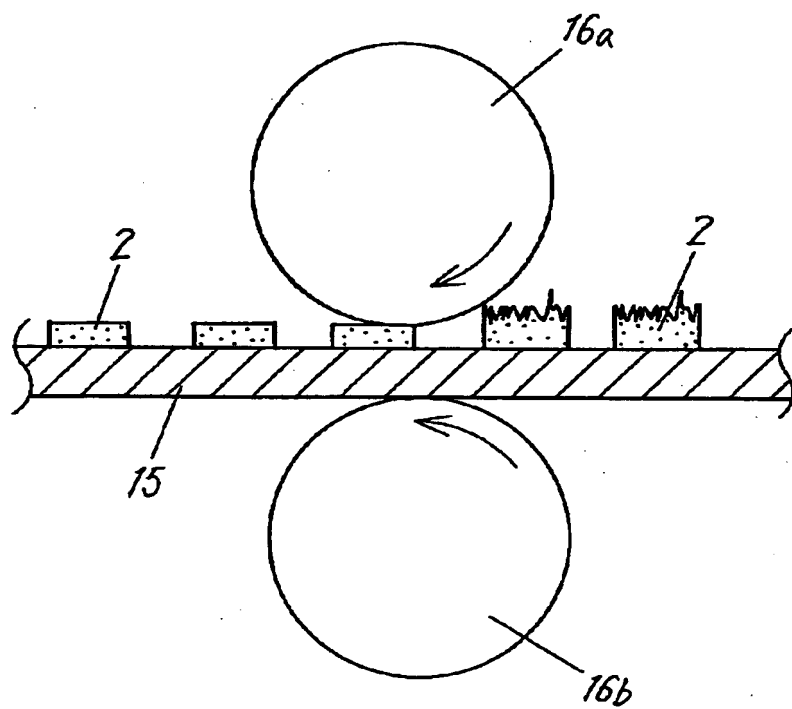
【図 4】



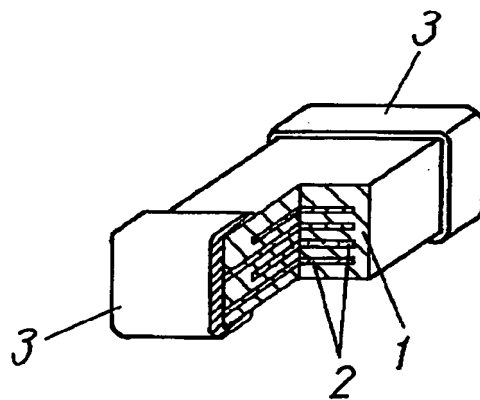
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ショート不良の少ないセラミック電子部品を提供することを目的とする。

【解決手段】 セラミック粉末と有機物とを含有するセラミックシート 1 0 a を加圧し空隙率を減少させる第 1 工程と、次にこのセラミックシート 1 0 b 上に金属ペーストを用いて導電体層 2 を形成する第 2 工程と、次いでこの導電体層 2 を形成したセラミックシート 1 0 b を導電体層 2 がセラミックシート 1 0 b を挟んで対向するように複数枚積層して積層体を得る第 3 工程と、この積層体を焼成する第 4 工程とを有するものであり、空隙率を減少させてからセラミックシート 1 0 b 上に導電体層 2 を形成するため、セラミックシート 1 0 b の内部への金属成分の浸入を抑制することができる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**